火干扰对内陆荒漠湿地芦苇群落特征的影响①

王 娟[1]， 陈文业[2,3,4]， 谈嫣蓉[2,3,4]， 王多锋[2]， 袁海峰[4,5]， 陈 旭[4,5]，
吴 婷[4,5]， 王斌杰[2,3,4]， 邴丹珲[2,3,4]， 刘鸿源[2,3,4]， 刘冬皓[2,3,4]

（1 中农威特生物科技股份有限公司，甘肃 兰州 730046；
2 甘肃省林业科学研究院，甘肃 兰州 730020； 3 甘肃林研科技工程公司，甘肃 兰州 730020；
4 甘肃敦煌西湖湿地生态系统国家定位观测研究站，甘肃 敦煌 736200；
5 甘肃敦煌西湖国家级自然保护区管理局，甘肃 敦煌 736200）

摘 要： 采用人为起火的方法，通过对比敦煌西湖荒漠湿地干扰区域和未干扰区域火后第一年芦苇群落特征的变化，探讨内陆荒漠湿地植被对火干扰的响应机制。了解火干扰对内陆荒漠湿地芦苇群落特征的影响。结果表明：火干扰能够延长植物青绿期，促进了植被的个体发育；火干扰对草本层植被盖度、高度均有显著的负面影响，而对密度有显著的正面影响，对灌木层植被群落盖度、高度及密度均有正面影响，但影响不明显；火干扰后植物群落 Shannon-Wiener 多样性指数 H'、Simpson 多样性指数 D 和 Simpson 优势度指数 C 均减少，而 Margalef 物种丰富度指数 Ma 和 Pielou 均匀度指数 J 均增加；火干扰致使草本层植物群落多样性指数与研究区植物群落总体多样性指数变化趋势一致，致使灌木层物种 H'、D 和 J 指数均减少，而 Ma 和 C 指数均增加；火干扰致使植物群落地上总的生物量降低，主要使灌木层生物量降低，而使草本层生物量有所增加。

关 键 词： 敦煌西湖；火干扰；群落特征；内陆荒漠湿地生态系统
文章编号

火烧是生态系统中重要的干扰因子之一，不仅对生态系统中的动植物、土壤、水文及微生物产生一定影响[1-2]，而且对生态环境具有强大的调节作用，尤其是对植物的种群动态、群落组成和结构、生物多样性特征及植物生长发育具有显著的影响[3]，因而受到生态学家的高度重视[4]。火生态学的研究始于 20 世纪初，成熟于 20 世纪 80 年代[5]。目前，关于火干扰的研究多集中于森林[6-9]、草原[10-12]、荒漠生态系统中[13-14]，而对湿地生态系统的研究相对较少[15-16]，尤其对内陆荒漠湿地生态系统的研究鲜见报道。综合分析国内外关于火干扰对湿地生态系统影响的研究，国外开展研究较早并取得了一定的成果，而国内研究处于起步阶段，虽在湿地火干扰后动植物特征、土壤特性及其动态变化等方面取得了初步的研究成果，但在研究广度和深度上还存在一些问题[1]。近年来，火干扰对湿地生态系统的影响受到广泛关注，是国内外火生态学和湿地生态系统研究中的一个热点[1]。

本研究以甘肃敦煌西湖国家级自然保护区的典型荒漠湿地芦苇沼泽群落为对象，通过对比火干扰后芦苇（*Phragmites communis* Trin）群落特征的变化，阐述分析火干扰对湿地植物特征的变化规律，旨在为内陆荒漠湿地的修复和保育提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

研究区位于甘肃敦煌西湖国家级自然保护区，地理坐标为 93°45′16″E，40°20′15″N，属典型的温带大陆性气候，气候极端干旱，年平均气温为 10 ℃；年均风速 2.3 m·s^{-1}，年均大风天数 15 d；年均降水量 40 mm，年均蒸发量 2 487 mm，海拔 960 m。植被

① **收稿日期：** 2019-05-22； **修订日期：** 2019-08-26
基金项目： 甘肃省科技重大专项计划项目（1302FKDA035）；甘肃省科技支撑计划-社会发展类项目（1011FKCA136）资助
作者简介： 王娟（1978-），女（汉族），甘肃白银人，工程师，学士，主要从事生态恢复研究. E-mail：gschwy@163.com
通讯作者： 王多锋（1970-），男（汉族），甘肃民勤人，高级工程师，学士，主要从事林学研究. E-mail：791588447@qq.com

主要为芦苇群落为主,土壤以沼泽土为主[17]。

2014 年 10 月 28 日,在盐池湾发生火烧(进行防火演练,属人为起火,后经人工扑灭,地上草本植物焚毁殆尽),过火面积 72 hm^2。为了研究火干扰对植物群落特征影响,本研究于 2015 年 9 月植物生长旺季分别对火烧干扰样地和对照样地内进行了植物群落调查。

1.2 样地布置与野外调查

在整个过火区内沿东西方向随机设置 3 条 600 m 长的平行调查样线,每条样线上均匀布设 20 个样点,并以每个样点为中心设置 20 m×20 m 样地,共计 60 个样地。在相邻未烧区域内按照以上方法设置 60 个对照样地(图 1)。

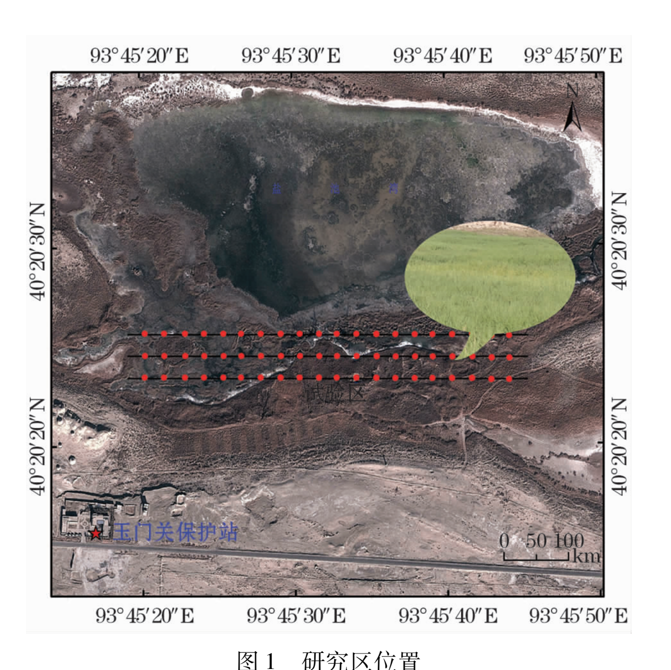


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of research area

在每个样地的对角线上均匀设置 5 个 5 m×5 m的样方进行植物调查[18],记录每个样方内的植物种类、多度、株高、盖度、频度及地上生物量(将样方内各种植被齐地面剪下后分装纸袋,即时称鲜重,带回实验室置入烘箱内,105 ℃杀青 30 min,然后在 80 ℃温度下烘 12 h 后称干重)等[19]。

1.3 数据处理

本研究主要采用以下公式对研究区植物多样性进行分析[17]。

重要值的计算 IV:

$$IV=(CR+HR+DR+FR)/4 \quad (1)$$

式中:CR 表示相对盖度;HR 表示相对高度;DR 表示相对多度;FR 为相对频度。

Shannon-Wiener 多样性指数 H':

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

Simpson 多样性指数 D:

$$D=1-\sum[N_i(N_i-1)/N(N-1)]=1-\sum P_i^2 \quad (3)$$

Margalef 物种丰富度指数 Ma:

$$Ma=(S-1)/\ln N \quad (4)$$

Pielou 均匀度指数 J:

$$J=H'/\ln S \quad (5)$$

Simpson 优势度指数 C:

$$C=\sum(P_i)^2 \quad (6)$$

式中:S 为物种总数;N 为物种总个体数;N_i 为第 i 种的个体数;P_i 为物种 i 的重要值。

1.4 统计分析

采用 Excel 和 Spss 12.0 进行制图、方差分析和显著性检验。

3 结果与分析

3.1 火干扰对植被生长期的影响

植被返青期是指在温度和水分条件都适合的情况下,植被开始萌芽生长的时间[20],表 1 显示,火干扰后植被返青期提前,草本层植被返青期较灌木层早,且提前天数相对较大,较对照提前 10 d;植被枯黄期推迟,较对照推迟 15 d;由此得出火干扰能够延长植物青绿期,进而延长了植被的生长期,促进了植被的个体发育,从而提高食草动物对植被的采食率。原因为:(1)火干扰移除了地表上的枯落物,增加了空间裸地面积,进而增加了阳光对地面的辐射量,并遗存了大量灰烬,使裸露土壤地表呈现暗黑色,可以大量吸收太阳辐射[21],增加了地表温度。(2)火干扰几乎移去了灌木所有宿年的枯枝,刺激了芽的休眠,促进了植被重新快速萌芽和个体发育,延长了植被的生长期,进而利于动物取食。由于草本植物的

表 1 火烧对植物群落生长期的影响

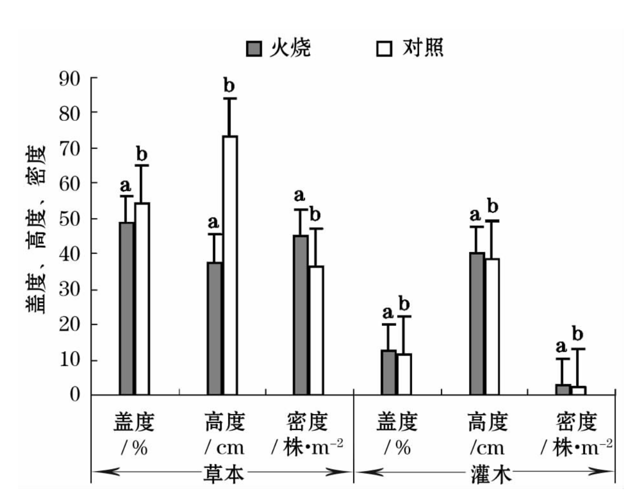
Tab. 1 effects of fire on the plants community growing

类型	返青期		枯黄期	
	草本	灌木	草本	灌木
火烧	2015/04/19	2015/04/20	2015/10/19	2015/10/15
对照	2015/04/28	2015/05/03	2015/10/12	2015/10/10

萌芽组织一般位于地下的根茎分蘖处,而灌木的萌芽组织则位于地上枝干上[22],因此草本植物萌芽比灌木更容易遭受火干扰的影响。

3.2　火干扰对植物群落物种组成变化的影响

植物群落的空间结构取决于物种的生长型和相同生长型的物种组成的层片[23]。图2显示,火干扰后草本层植被群落盖度、高度均显著减少,而密度呈显著升高,此结论与赵凌平等[24]研究结果一致。芦苇等草本植物属喜湿性植物,火干扰移除了枯落物,使地表土壤裸露程度增加,地表土壤水分蒸发量加强,表土层相对干燥,影响芦苇的高生长;火干扰烧尽地上枯落物和植物宿存枝叶,裸露出大面积斑块,进而草本植物盖度显著下降[25];草本植被密度显著上升,因为火干扰去除了地面上的凋落物与立枯体,部分迹地裸露,阳光照射地面面积增加,刺激了芦苇的根状茎生长,萌蘖出更多的新株。



注:不同字母表示火烧和对照间差异显著($P<0.05$)。下同

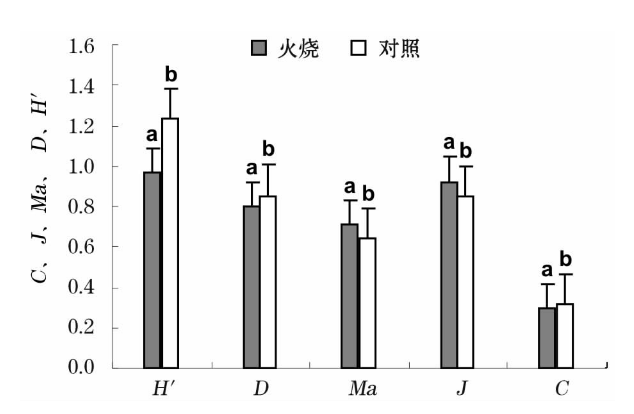
图2　火烧对植物群落影响

Fig. 2　Effects of fire on the plant community characteristic

火干扰后灌木层植被群落盖度、高度及密度均有小幅增长。说明灌木对于火干扰的抵抗力要比草本强,在短期内恢复力要比草本的强[26]。原因可能是:(1)火干扰后,植被破坏,迹地上光照充足,使得喜光和耐旱灌木萌发生长。(2)火干扰清除了灌木多年生枯枝,刺激了休眠芽的再生。(3)不同生物种类的抗火性和可燃性不一样,灌木和草本对火干扰的耐受限度不同。

3.3　火干扰对植物群落物种多样性特征的影响

植物群落物种多样性能客观的反映群落内物种组成的特征[23],是任何一种干扰因子对群落结构影响的研究都不可能回避物种多样性的问题[27]。图3显示了火干扰后研究区植物群落物种多样性指数变化,与对照相比,Shannon-Wiener多样性指数 H'、Simpson多样性指数 D 和Simpson优势度指数 C 均显减少,Margalef物种丰富度指数 Ma 和Pielou均匀度指数 J 均显增加。说明火干扰后在短期内降低了物种多样性,且火干扰的多种因素的共同作用刺激了物种丰富度和均匀度增加。可能是由于火干扰将以前所累积的凋落物和枯立物全部燃烧殆尽,形成大面积的斑块,有利于更多物种的种子传播到适宜的微生境,进入土壤。加之遗地遗存了大量灰烬和光照充足增加了土壤表面的温度,从而有利于土壤种子库中种子萌发,刺激了植物休眠种子的萌发,促进了分蘖型和根茎型植物芽的再生,致使在植被恢复初期,群落呈现单优物种,均匀分布。



注:H' 为Shannon-Wiener多样性指数;D 为Simpson多样性指数;Ma 为Margalef物种丰富度指数;J 为Pielou均匀度指数;C 为Simpson优势度指数。下同

图3　火烧对植物群落多样性的影响

Fig. 3　Effects of fire on the plant community diversity

3.4　火干扰对植物群落不同层片的物种多样性的影响

不同层片的物种多样性指标表征了群落的物种组成、垂直结构、外貌特征和生态功能等方面的垂直层次的差异性[23],图4显示了火干扰后研究区植物群落不同层片的物种多样性指数变化,与对照相比,火干扰降低了研究区植物群落的物种多样性,草本层物种多样性减少较为明显,而灌木层物种多样性减少不明显;草本层物种丰富度指数和均匀度指数均显增加,而灌木层物种丰富度指数和优势度指数均显增加。表明火干扰破坏了植被群落各层次结构和稳定性,对灌木层和草本层植被恢复生长产生不

同程度的影响,火干扰致使短期内草本层片植物物种多样性减小,此结果与贺郝钰等[3]火因子对荒漠化草原草本层片物种多样性的研究结论是一致。火干扰后,遗地基本几乎无活立物存在,日照充足,土壤地表相对干燥,刺激了喜光旱生的灌木和草本生长和入侵,并为幼苗提供了适宜的微生境[24],成为优势种,尤其是草本植物及其种子在火干扰后能迅速传播到新生境并能快速生长[28-29],如刺沙蓬(*Salsola ruthenica*)、白茎盐生草(*Halogeton arachnoideus* Moq)、骆驼蓬(*Peganum harmala*)等;火干扰清除了灌木植物所有的多年生枯枝,刺激了休眠芽的再生,主要通过根蘖或枝芽萌发产生新的植株和枝条,如疏叶骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、苏枸杞(*Lycium ruthenicum* Murr)等,增加了丰富度和优势度。由于火干扰去枯作用改善了植被群落结构,削弱了植被对光的竞争,进而增加了均匀度。

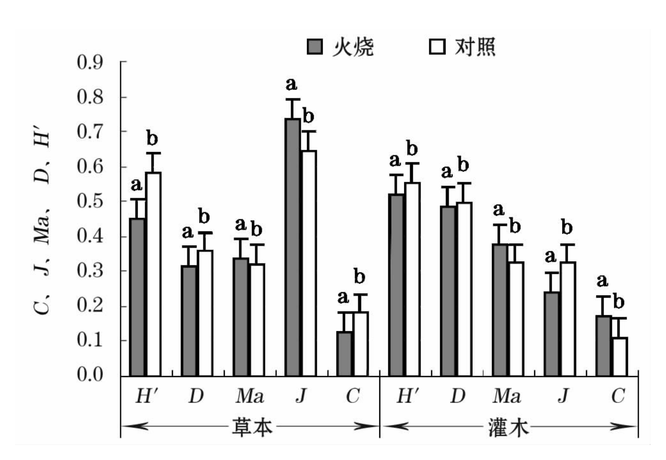


图4 火烧对植物群落各生长型物种多样性的影响

Fig. 4 Effects of fire on the plant community of different growth forms of diversity

3.5 火干扰对不同生活型植

地上生物量的影响将调查样地的植被划分为一年生杂草、一年生禾草、多年生杂草、多年生禾草和灌木5种生活型[30]。图5显示了火干扰对不同生活型植被的影响,较CK而言,火干扰致使一年生禾草、一年生杂草和灌木所占植物区系的比例均增加,且灌木增加最大,而使多年生杂草和多年生禾草均减少,且多年生禾草减少最大,此结论与王谢等[30]的研究结论是一致。表明火干扰对不同生活型植被的影响不同,致使不同生活型植被的数量组成结构有所改变。说明不同生活型植被对于火干扰的抵抗力和自身恢复力不同,进而对火干扰产生不同的响应。

图6、7显示,火干扰致使植物群落地上总的生

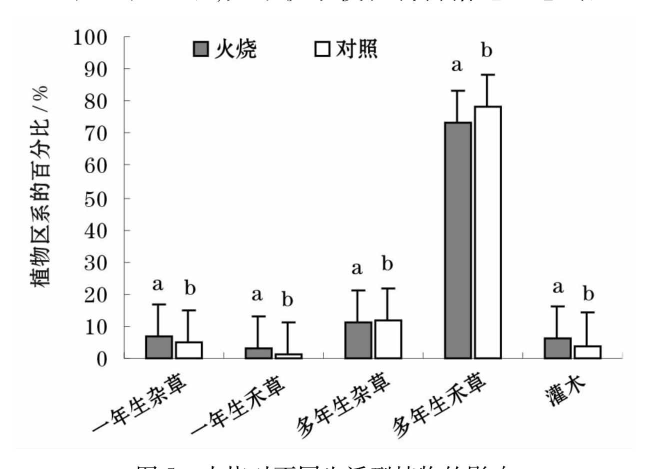


图5 火烧对不同生活型植物的影响

Fig. 5 Effects of fire on different life forms of plants

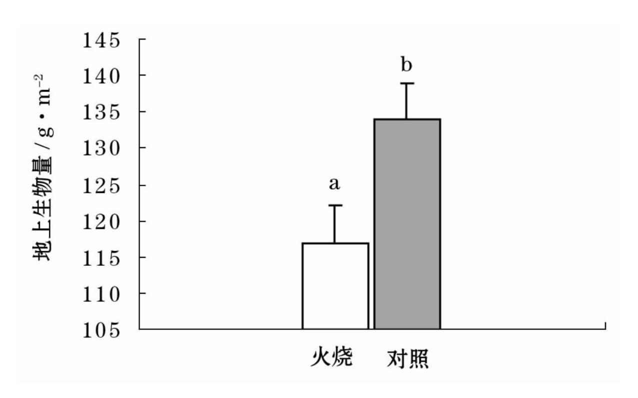


图6 火烧对植物群落地上总生物量的影响

Fig. 6 Effects of fire on the plant community of the total aboveground biomass

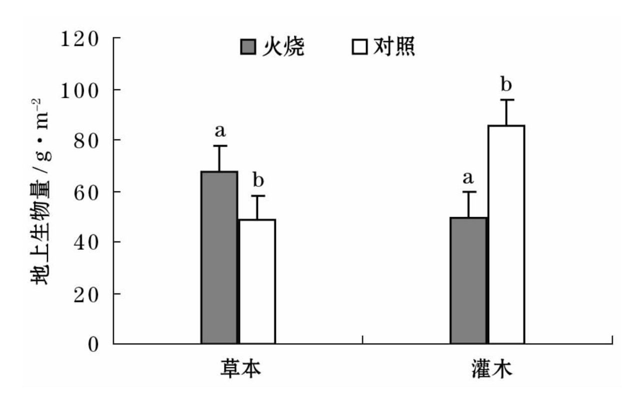


图7 火烧对植物群落各生长型地上生物量的影响

Fig. 7 Effects of fire on the plant community of different growth forms of aboveground biomass

物量降低,主要使灌木层地上生物量降低,而使草本层地上生物量有所增加,但所增加量不足以改变总的地上生物量降低趋势,这与石亮等[26]研究结论相一致。可能是:(1)灌木植物抵抗火干扰能力比草本植物强,但草本植物恢复能力比灌木植物强。

(2)虽然火干扰刺激了灌木层植被休眠芽的萌发和再生,提高了灌木层植被新生枝的生物量,而 CK 地灌木层保留着宿年的枯枝,新增加量不足抵消火干烧移除的多年生长粗老茎秆的量,所以生物量降低。(3)火干扰多种因素的共同作用不仅可以延长植被的生长期,也可有效提高草本层植物密度,并且火烧后产生的大量草木灰增加了土壤养分,有利于草本植物的吸收利用,有效提高草本植物地上生物量。

4　结 论

(1) 火干扰能够延长植物青绿期,进而延长了植被的生长期,促进了植被的个体发育。

(2) 火干扰对草本植被盖度、高度均有显著的负面影响,而对密度有显著的正面影响,对灌木层植被群落盖度、高度及密度均有正面影响,但影响不明显。

(3) 火干扰后植物群落物种多样性指数 H'、D 和 C 均显减少,而 Ma 和 J 均显增加。

(4) 火干扰降低了研究区植物群落的物种多样性,草本物种多样性减少较为明显,而灌木物种多样性减少不明显;草本物种丰富度指数和均匀度指数均显增加,而灌木物种丰富度指数和优势度指数均显增加。

(5) 火干扰对不同生活型植被的影响不同,致使不同生活型植被的数量组成结构有所改变。火干扰致使植物群落地上总的生物量降低,主要使灌木层地上生物量降低,而使草本层地上生物量有所增加,但所增加量不足以改变总的地上生物量降低趋势。

本研究只涉及火干扰后植被群落特征在短期内(第一个生长季)的变化情况,而火干扰对植被群落特征的影响因火烧季节、强度、频度、面积、群落结构、生态系统类型、区域和干扰后的气候条件以及恢复年限的不同而不同,其内在机理有待进一步研究讨论,有利于火政策的合理科学制定和实施。

参考文献(References)

[1] 赵红梅,于晓菲,王健,等. 火烧对湿地生态系统影响研究进展[J]. 地球科学进展,2010,25(4):374 – 380. [ZHAO Hongmei, YU Xiaofei, WANG Jian, et al. Effect of fire on wetland ecosystem-a review[J]. Advances in Earth Science, 2010, 25(4): 374 – 380.]

[2] 韩雪成,赵雨森,辛颖. 大兴安岭兴安落叶松林火烧后人工恢复植被演替过程[J]. 中国水土保持科学,2015,13(2):70 – 76. [HAN Xuecheng, ZHAO Yusen, XIN Ying. Succession process of *Larix gmelinii* forest with artificial restoration after fire in Daxing'anling[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2015, 13(2):70 – 76.]

[3] 贺郝钰,苏洁琼,黄磊,等. 火因子对荒漠化草原草本层片植物群落组成的影响[J]. 生态学报,2011,31(2):364 – 370. [HE Haoyu, SU Jieqiong, HUANG Lei, et al. Effects of fire on the structure of herbage synusia vegetation in desertified steppe north China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(2):364 – 370.]

[4] 贺郝钰,李新荣,苏洁琼. 火烧对荒漠化草原土壤性质的影响[J]. 生态学杂志,2013,32(12):3312 – 3317. [HAO Heyu, LI Xinrong, SU Jieqiong. Effects of fire on soil properties in desertified steppe of northwest China[J]. Chinese Journal of Ecology, 2013, 32(12):3312 – 3317.]

[5] 周道玮. 草地火生态学研究进展[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1995. [ZHOU Daowei. Advances in fire ecology of grassland [M]. Changchun: Jiling Science Press, 1995.]

[6] 王鼎,周梅,赵鹏武,等. 林火干扰对兴安落叶松林土壤化学性质的影响[J]. 东北林业大学学报,2018,46(5):33 – 37. [WANG Ding, ZHOU Mei, ZHAO Pengwu, et al. Effects of fire on soil chemical properties of *Larix gmelini* forest in Daxing'an Mountais[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2018, 46(5):33 – 37.]

[7] 宋利臣,何平平,崔晓阳,等. 大兴安岭重度火烧林地土壤生境质量综合评价[J]. 生态学杂志,2015,34(8):2351 – 2361. [SONG Licheng, HE Pingping, CUI Xiaoyang, et al. Comprehensive assessment of soil habitat quality of severely burned forest land in Greater Xing'an Mountains[J]. Chinese Journal of Ecology, 2015, 34(8):2351 – 2361.]

[8] 张宇婧,吴志伟,顾先丽,等. 火烧强度和火后恢复时间对大兴安岭森林土壤有机碳含量的影响[J]. 应用生态学报,2018,38(4):2455 – 2462. [ZHANG Yujing, WU Zhiwei, GU Xianli, et al. Effects of fire severity and recovery time on organic carbon content of forest soil in Great Xing'an Mountains [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2018, 38(4):2455 – 2462.]

[9] 洪娇娇,陈宏伟,齐淑艳,等. 火干扰强度对大兴安岭森林地上植被碳储量的影响[J]. 应用生态学报,2017,28(8):2481 – 2487. [HONG Jiaojiao, CHEN Hongwei, QI Shuyang, et al. Effects of fire severity on carbon storage of aboveground vegetation in Great Xing'an Mountains [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2017, 28(8):2481 – 2487.]

[10] 李媛,程积民,魏琳,等. 云雾山典型草原火烧不同恢复年限土壤化学性质变化[J]. 生态学报,2013,33(7):2131 – 2138. [LI Yuan, CHEN Jimin, WEI Lin, et al. Changes of soil chemical properties after different burning years in typical steppe of Yunwu Mountains[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(7): 2131 – 2138.]

[11] 赵凌平,魏楠,谭世图,等. 冬季火烧对黄土高原典型草原群落特征及土壤特征的影响[J]. 草地学报,2018,26(3):576 – 583. [ZHAO Lingping, WEI Nan, TAN Shitu, et al. Effects of win-

ter fire on vegetation community characteristics and soil properties of a typical steppe on the Loess Plateau[J]. Acta Agrestia Sinica, 2018,26(3):576 – 583.]

[12] 刘敏,王长庭,字洪标,等. 火烧干扰下高寒草甸土壤微生物群落功能多样性变化特征[J]. 应用与环境生物学报,2016,22(2):263 – 270. [LIU Min,WANG Changting,ZI Hongbiao,et al. Effects of fire disturbance on the functional diversity of soil microbial community in alpine deadows[J]. Chinese Journrl of Applied and Environmentrl Biology,2016,22(2):263 – 270.]

[13] 林亚军,吴楠,张元明. 火烧对古尔班通古特沙漠土壤养分和土壤酶活性的影响[J]. 生态学报,2018,29(19):6156 – 6162. [LIN Yajun,WU Nan,ZHANG Yuanming. Effects of fire on soil nutrient content and enzyme activity in Gurbantunggut Desert[J]. Acta Ecologica Sinica,2018,29(19):6156 – 6162.]

[14] MATAIX S J,CERDA A,ARCENEGUI V,et al. Fire effects on soil aggregation:A review[J]. Earth-science Reviews,2011,109:44 – 60.

[15] 牟长城,包旭,卢慧翠,等. 火干扰对大兴安岭兴安落叶松瘤囊苔草湿地生态系统碳储量的短期影响[J]. 林业科学,2013,49(2):576 – 583. [MU Changcheng,BAO Xu ,LU Huicui,et al. Short-term effects of fire disturbance on carbon storage of *Larix gmelinii-Carex sshmidtii* forest forested wetland ecosystem in Daxing'an Mountain[J]. Scientia Silvae Sinicae,2013,49(2):576 – 583.]

[16] 王丽,王兆锋,张镱锂,等. 火烧对拉萨地区湿地草甸湿地土壤养分特征的影响[J]. 环境科学研究,2013,26(5):549 – 554. [WANG Li,WANG Zhaofeng,ZHANG Yili,et al. Effects of fire burning on wet meadow soil nutrient conditions in Lhasa[J]. Research of Environmental Sciences,2013,26(5):549 – 554.]

[17] 陈文业,赵明,张继强,等. 甘肃敦煌西湖荒漠—湿地生态系统土壤水分含量对植被特征的影响[J]. 林业科学,2015,51(11):8 – 16. [CHEN Wenye,ZHAO Ming,ZHANG Jiqiang,et al. Influence of soil water content on vegetation characteristics in dersert-wetland ecosystem in Xihu of Dunhuang,Gansu[J]. Scientia Silvae Sinicae,2015,51(11):8 – 16.]

[18] 孙飞达,陈文业,袁海峰,等. 甘肃敦煌西湖荒漠—湿地生态系统土壤水分空间异质性及其影响因子研究[J]. 西北植物学报,2016,36(1):165 – 173. [SUN Feida,CHEN Wenye,YUAN Haifeng,et al. Spatial heterogeneity of soil moisture and related factors in desert-wetland ecosystem enclosed in Dunhuang Xihu, Gansu, China [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2016,36(1):165 – 173.]

[19] 陈文业,赵明,李广宇,等. 不同类型施肥水平对甘南沙化高寒草甸植物群落特征及生产力的影响[J]. 自然资源学报,2012,27(2):254 – 267. [CHEN Wenye,ZHAO Ming,LI Guangyu,et al. The influence of different types of fertilizer application level on the Gannan desertification of alpine meadow of plant characteristics and the productive forces[J]. Journal of Natural Resources,2012,27(2):254 – 267.]

[20] 张雯,包刚,包玉海. 1982—2013 年内蒙古植被返青期动态监测及其对气候变化的响应[J]. 中国农业信息,2018,30(2):63 – 75. [ZHANG Wen,BAO Gang,BAO Haiyu,et al. Vegetation SOS dynamic monitoring in Inner Mongolia from 1982 to 2013 and its responses to climatic changes[J]. China Agricultural Informatics,2018,30(2):63 – 75.]

[21] 胡东,刘成立,马晓慧,等. 火烧对小叶锦鸡儿灌丛土壤呼吸速率的影响[J]. 首都师范大学学报(自然科学版),2010,31(3):19 – 23. [HU Dong,LIU Chengli,MA Xiaohui,et al. Burning effects on the soil respiration rate of form *Caragana microphylla* [J]. Journal of Capital Normal University(Natural Science Edition),2010,31(3):19 – 23.]

[22] 林燕,白永飞. 内蒙古典型草原小叶锦鸡儿灌丛地上净初级生产力和种群结构对火烧的响应[J]. 草业学报,2010,19(5):170 – 178. [LIN Yan,BAI Yongfei. Responses of aboveground net primary production and population strcture of *Caragana microphylla* to prescribed burning in a typical steppe of Inner Mongolia[J]. Acta Prataculture Sinica,2010,19(5):170 – 178.]

[23] 陈文业,张继强,赵明,等. 甘肃敦煌西湖荒漠—湿地植物群落物种多样性特征研究[J]. 中国沙漠,2012,32(6):1639 – 1646. [CHEN Wenye,ZHANG Jiqiang,ZHAO Ming,et al. Species diversity characteristics of plant community in Xihu desert wetland of Dunhuang, Gansu Provinvce[J]. Journal of Desert Research, 2012,32(6):1639 – 1646.]

[24] 赵凌平,白欣,王占彬,等. 火烧对黄土高原典型草原地上植被和繁殖更新的影响. 草业学报,2016,25(1):108 – 109. [ZHAO Lingping,BAI Xin,WANG Zhanbin,et al. Effects of fire on aboveground vegetation and offspring recruitment in a semiarid steppe on the Loess Plateau[J]. Acta Prataculturae Sinica,2016,25(1):108 – 109.]

[25] GUCKER C L,BUNTING S C. Canyon grassland vegetation changes following fire in Northern Idaho [J]. Western North American Naturalist,2011,71:97 – 105.

[26] 石亮,周梅,王鼎,等. 林火干扰对兴安落叶松林下植被多样性和生物量的影响[J]. 东北林业大学学报,2016,44(1):44 – 47. [SHI Liang,ZHOU Mei,WANG Ding,et al. Effects of forest fire on understory vegetation diversity and biomass of *Larix gmelini* forest[J]. Journal of Northeast Forestry University,2016,44(1):44 – 47.]

[27] 王正文,邢福,祝廷成,等. 松嫩平原羊草草地植物功能群组成及多样性特征对水淹干扰的响应[J]. 植物生态学报,2002,26(6):708 – 716. [WANG Zhengwen,XING Fu,ZHU Tingcheng,et al. The responses of function group composition and species diversity of *Aneurolepidium Chinese* grassland to flooding disturbanace on Songnen Plain,northeastern China[J]. Acta Phytoecological Sinica ,2002,26(6):708 – 716.]

[28] BRAIS S,SARA C,OUIMET R. Impacts of wild fire severity and salvage harvesting on the nutrient balance of jack pine and black spruce boreal stands[J]. Forest Ecology and Management,2000, 137:231 – 243.

[29] 向泽宇,陈瑞芳,蒋忠荣,等. 川西北高寒草甸对火烧干扰的短期响应[J]. 草业科学,2011,31(2):364 – 370. [XIANG Zeyu, CHEN Ruifang,JIANG Zhongrong,et al. The short-term responses

of alpine meadow to fire disturbance in northwest Sichuan[J]. Pratacultural Science,2011,31(2):364－370.]

[30] 王谢, 向成华,李贤伟,等. 冬季火对川西亚高山草地植物群落结构和牧草质量的影响[J]. 植物生态学报 2013, 37 (10): 922－932. [WANG Xie, XIANG Cheng hua, LI Xianwei, et al. Effects of a winter wildfire on plant community structure and forge quality in subalpine grassland of wester Sichuan[J]. Chinese Journal of Plant Ecology,2013,37(10):992－932.]

Effect of fire disturbance on reed(*Phragmites australis* Trin) community characteristics in inland desert wetland

WANG-juan[1], CHEN Wen-ye[2,3,4], TAN Yan-rong[2,3,4], WANG Duo-feng[2], YUAN Hai-feng[4,5], CHEN-Xu[4,5], WU Ting[4,5], WANG Bin-jie[2,3,4], BING Dan-hui[2,3,4], LIU Hong-yuan[2,3,4] LIU Dong-hao[2,3,4]

(1 *China Agricultural Vet. Bio. Science and Technology co. LTD*, *Lanzhou* 730046, *China*;

2 *Gansu Forestry Science and Technology Research Academy*, *Lanzhou* 730020, *China*;

3 *Gansu Forest Science and Technology Engineering Company*, *Lanzhou* 730020, *China*;

4 *National Positioning Observation Station of Xihu Wetland Ecosystem in Dunhuang of Gansu*, *Dunhuang* 736200, *China*)

5 *Administrative Bureau of Gansu Dunhuang Xihu National Nature Reserve*, *Dunhuang* 736200, *China*;)

Abstract: This study discussed the response mechanism of vegetation to fire disturbance in inland desert wetlands by comparing the effect of fire disturbance on the characteristics of reed communities in the Xihu wetland, Dunhuang City, Gansu Province, China. Results revealed that fire disturbance could prolong the green period of plants and promote the individual development of vegetation. Fire disturbance had a significant negative effect on vegetation coverage and height and a significant positive effect on the density of the herbaceous layer. Furthermore, fire disturbance positively affected the coverage, height, and density of the shrub community; however, this effect is not obvious. After the fire disturbance, the Shannon-Wiener H', Simpson D, and Simpson C indices of plant communities decreased, whereas the Margalef Ma and Pielou J indices increased. Moreover, the same change trends in plant community diversity indices such as H', D, and J diversities appeared in the herbaceous layer of the reed community in the study area, whereas an opposite trend in Ma and C indices was observed. In summary, fire disturbance can reduce the total aboveground biomass of plant communities, particularly the biomass of the shrub layer, and it can increase the biomass of the herbaceous layer.

Key words: Xihu, Dunhuang; Fire disturbance; Vegetation characteristics; Inland desert wetland ecological system.